




CAST ALUMINIUM ALLOY

Patent number: EP0792380
Publication date: 1997-09-03
Inventor: KOCH HUBERT (DE)
Applicant: RHEINFELDEN ALUMINIUM GMBH (DE)
Classification:
- international: C22C1/00; C22C21/08; C22C1/00; C22C21/06; (IPC1-7): C22C21/08; C22C1/00
- european: C22C1/00D; C22C21/08
Application number: EP19950937067 19951113
Priority number(s): CH19940003418 19941115; WO1995EP04449 19951113

Also published as:

 WO9615281 (A1)
 EP0792380 (B2)
 EP0792380 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for EP0792380

Abstract of corresponding document: **WO9615281**

A cast aluminium alloy contains 3.0 to 6.0 % by weight magnesium, 1.4 to 3.5 % by weight silicon, 0.5 to 2.0 % by weight manganese, maximum 0.15 % by weight iron, maximum 0.2 % by weight titanium, the rest being aluminium and other residual impurities that make up each 0.02 % by weight or all together maximum 0.2 % by weight. This cast aluminium alloy is particularly suitable for die casting, thixotropic casting or thixotropic forging. It may in particular be used for die casting components whose mechanical properties are subject to stringent requirements, since these properties are already present in the cast state and a subsequent thermal treatment may thus be dispensed with.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 792 380 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(51) Int Cl.⁶: C22C 21/08, C22C 1/00

(21) Anmeldenummer: 95937067.7

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP95/04449

(22) Anmeldetag: 13.11.1995

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/15281 (23.05.1996 Gazette 1996/23)

(54) ALUMINIUM-GUSSLEGIERUNG

CAST ALUMINIUM ALLOY

ALLIAGE D'ALUMINIUM DE FONDERIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: 15.11.1994 CH 3418/94

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.09.1997 Patentblatt 1997/36

(60) Teilanmeldung: 97119976.5 / 0 853 133

(73) Patentinhaber: ALUMINIUM RHEINFELDEN
GmbH
79618 Rheinfelden (DE)

(72) Erfinder: KOCH, Hubert
79618 Rheinfelden (DE)

(74) Vertreter: Patentanwälte Breiter + Wiedmer AG
Seuzachstrasse 2
Postfach 366
8413 Neftenbach/Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 375 025

DE-A- 3 838 829

DE-B- 1 758 441

GB-A- 1 384 264

- DATABASE WPI 1989 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 211600 & JP,A,01 149 938 (UBE INDUSTRIES KK) , 13.Juni 1989
- DATABASE WPI 1992 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 003621 & JP,A,03 257 134 (SKY ALUMINIUM KK) , 15.November 1991
- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13 no. 273 (C-609) ,22.Juni 1989 & JP,A,01 068440 (RYOBI LTD) 14.März 1989,
- DATABASE WPI 1991 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 069176 & JP,A,03 017 241 (RYOBI KK) , 25.Januar 1991

AN: SAT
Einleitung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 792 380 B1



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 792 380 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den
Einspruch:
31.07.2002 Patentblatt 2002/31

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(21) Anmeldenummer: **95937067.7**

(22) Anmeldetag: **13.11.1995**

(51) Int Cl.7: **C22C 21/08, C22C 1/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP95/04449

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/15281 (23.05.1996 Gazette 1996/23)

(54) **ALUMINIUM-GUSSLEGIERUNG**

CAST ALUMINIUM ALLOY

ALLIAGE D'ALUMINIUM DE FONDERIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **15.11.1994 CH 341894**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.09.1997 Patentblatt 1997/36

(60) Teilanmeldung:
97119976.5 / 0 853 133

(73) Patentinhaber: **ALUMINIUM RHEINFELDEN
GmbH
79618 Rheinfelden (DE)**

(72) Erfinder: **KOCH, Hubert
79618 Rheinfelden (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Breiter + Wiedmer AG
Seuzachstrasse 2
Postfach 366
8413 Neftenbach/Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 375 025 DE-A- 3 838 829
DE-B- 1 758 441 GB-A- 1 384 264
JP-A- 1 149 938

- **DATABASE WPI 1989 DATABASE WPI 1989**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Derwent
Publications Ltd., London, GB; AN 211600 AN
211600 & JP,A,01 149 938 (UBE INDUSTRIES KK)
, & JP,A,01 149 938 (UBE INDUSTRIES KK) ,
13.Juni 1989 13.Juni 1989

- **DATABASE WPI 1992 DATABASE WPI 1992**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Derwent
Publications Ltd., London, GB; AN 003621 AN
003621 & JP,A,03 257 134 (SKY ALUMINIUM KK)
, & JP,A,03 257 134 (SKY ALUMINIUM KK) ,
15.November 1991 15.November 1991
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN PATENT**
ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13 no. 273 (C-609)
,22.Juni 1989 vol. 13 no. 273 (C-609) ,22.Juni
1989 & JP,A,01 068440 (RYOBI LTD) 14.März &
JP,A,01 068440 (RYOBI LTD) 14.März 1989, 1989,
- **DATABASE WPI 1991 DATABASE WPI 1991**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Derwent
Publications Ltd., London, GB; AN 069176 AN
069176 & JP,A,03 017 241 (RYOBI KK) , 25.Januar
& JP,A,03 017 241 (RYOBI KK) , 25.Januar 1991
1991
- **Z. Metallkunde, 1988, H. 6, S. 403-406 Z.**
Metallkunde, 1988, H. 6, S. 403-406
- **Z. Metallkunde, 1989, H. 2, S. 118-122 Z.**
Metallkunde, 1989, H. 2, S. 118-122
- **Z. Metallkunde, 1989, H. 6, S. 425-427 Z.**
Metallkunde, 1989, H. 6, S. 425-427
- **Giesserei 77 (1990) 19, S. 613-617 Giesserei 77**
(1990) 19, S. 613-617
- **Lehrgang Nr. 17939/54.041, Lehrgang Nr.**
17939/54.041, "Aluminiumwerkstofftechnik für
den "Aluminiumwerkstofftechnik für den
Automobilbau, Teil C", Tech. Akademie
Automobilbau, Teil C", Tech. Akademie
Esslingen, 17-18.2.94, 16 Seiten Esslingen,
17-18.2.94, 16 Seiten
- **Giesserei 81 (1994) 11, S. 342-349 Giesserei 81**
(1994) 11, S. 342-349
- **Aluminium 70 (1994) 5/6, S. 344-351 Aluminium**
70 (1994) 5/6, S. 344-351
- **Giesserei-Praxis (1994) 11/12, S. 317-326**
Giesserei-Praxis (1994) 11/12, S. 317-326

EP 0 792 380 B2

- Metals Handbook, Vol. 15, 9th Ed. 1988, S. Metals Handbook, Vol. 15, 9th Ed. 1988, S. 327-338 327-338

- Giesserei 77 (1990) 22, S. 693-699 Giesserei 77 (1990) 22, S. 693-699

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Aluminiumlegierung für das Thixocasting oder das Thixoschmieden.

[0002] Die Druckgusstechnik hat sich heute soweit entwickelt, dass es möglich ist, Gussstücke mit hohen Qualitätsansprüchen herzustellen. Die Qualität eines Druckgussstückes hängt aber nicht nur von der Maschineneinstellung und dem gewählten Verfahren ab, sondern in hohem Masse auch von der chemischen Zusammensetzung und der Gefügestruktur der verwendeten Gusslegierung. Diese beiden letztgenannten Parameter beeinflussen bekanntermassen die Giessbarkeit, das Speisungsverhalten (G. Schindelbauer, J. Czikel "Formfüllungsvermögen und Volumendefizit gebräuchlicher Aluminiumdruckgusslegierungen" Giessereiforschung 42, 1990, S. 88/89), die mechanischen Eigenschaften und - im Druckguss ganz besonders wichtig

-- die Lebensdauer der Giesswerkzeuge (LA. Norström, B. Klarenfjord, M. Svenson "General Aspects on Wash-out Mechanism in Aluminium Diecasting Dies", 17. International NADCA Diecasting-congress 1993, Cleveland OH).

[0003] In der Vergangenheit wurde der Entwicklung von speziell für den Druckguss anspruchsvoller Gussstücke geeigneten Legierungen wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die meisten Anstrengungen wurden auf die Weiterentwicklung der Verfahrenstechnik des Druckgussprozesses verwendet. Gerade von Konstrukteuren der Automobilindustrie wird aber immer mehr gefordert, schweisssbare Bauteile mit hoher Duktilität im Druckguss zu realisieren, da bei hohen Stückzahlen der Druckguss die kostengünstigste Produktionsmethode darstellt.

[0004] Damit die geforderten mechanischen Eigenschaften, insbesondere eine hohe Bruchdehnung, erreicht werden können, müssen die Gussteile einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Diese Wärmebehandlung ist zur Einformung der Gussphasen und damit zur Erzielung eines zähen Bruchverhaltens notwendig. Eine Wärmebehandlung bedeutet in der Regel eine Lösungsglühung bei Temperaturen knapp unterhalb der Solidustemperatur mit nachfolgendem Abschrecken in Wasser oder einem anderen Medium auf Temperaturen <100°C. Der so behandelte Werkstoff weist nun eine geringe Dehngrenze und Zugfestigkeit auf. Um diese Eigenschaften auf den gewünschten Wert zu heben, wird anschliessend eine Warmauslagerung durchgeführt. Diese kann auch prozessbedingt erfolgen, z.B. durch eine thermische Beaufschlagung beim Lackieren oder durch das Entspannungsglühen einer ganzen Bauteilgruppe.

[0005] Da Druckgussstücke endabmessungsnah gegossen werden, haben sie meist eine komplizierte Geometrie mit dünnen Wandstärken. Während des Lö-

sungsglühens und besonders beim Abschreckprozess muss mit Verzug gerechnet werden, der eine Nacharbeit z.B. durch Richten der Gussstücke oder im schlimmsten Fall Ausschuss nach sich ziehen kann. Die Lösungsglühung verursacht zudem zusätzliche Kosten und die Wirtschaftlichkeit dieser Produktionsmethode könnte wesentlich erhöht werden, wenn Legierungen zur Verfügung stehen würden, die die geforderten Eigenschaften ohne eine Wärmebehandlung erfüllen.

[0006] Aus JP-A-1149938 ist eine Druckgusslegierung mit 3 bis 6% Mg, 0,3 bis 2,5% Si, 0 bis 2% Mn, 0,03 bis 0,40% Ti sowie wahlweise noch 0,001 bis 0,01% Be sowie Al als Rest bekannt. Eine beispielhaft angeführte Legierung weist folgende Zusammensetzung bezüglich ihrer Hauptlegierungselemente auf: 5% Mg-2,2% Si-0,4% Mn.

[0007] In DE-B-175B441 ist eine Al-Gusslegierung mit 0,6 bis 1,2% Mn, 4,5 bis 7,5% Mg, 0,8 bis 2,5% Si, 0,1 bis 0,3% Ti sowie 0,2 bis 1,0% Cu offenbart.

[0008] GB-A-1384264 beschreibt eine Al-Gusslegierung mit 3,5 bis 7% Mg, 0,8 bis 2,5% Si sowie 0,6 bis 1,8% Mn. Eine beispielhaft angegebene Legierung weist bezüglich ihrer Hauptlegierungselemente die folgende Zusammensetzung auf: 0,85% Mn, 4,7% Mg sowie 1,7% Si.

[0009] Angesichts dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder die Aufgabe gestellt, eine für das Thixocasting und das Thixoschmieden geeignete Aluminiumlegierung zu entwickeln, die folgende Eigenschaften aufweist

- gute mechanische Eigenschaften im Gusszustand, insbesondere eine hohe Bruchdehnung
- gute Vergiessbarkeit
- keine Kleebeigung, gute Entformbarkeit
- hohe Gestaltsfestigkeit
- gute Schweissbarkeit

[0010] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt die Verwendung einer Aluminiumlegierung bestehend aus

5,4 bis 5,8 Gew.% Magnesium
1,8 bis 2,5 Gew.% Silizium
0,5 bis 0,9 Gew.% Mangan
max. 0,2 Gew.% Titan
max. 0,15 Gew.% Eisen

sowie Aluminium als Rest mit weiteren Verunreinigungen einzeln max. 0,02 Gew.%, insgesamt max. 0,2 Gew.%, wobei die Legierung bereits im Rheogefügestand vorliegt. Der zur Herstellung der Legierung verwendete Reinheitsgrad des Aluminiums entspricht einem Hütten-Aluminium der Qualität Al99.8H.

[0011] Diese Legierung weist im Gusszustand eine gut eingeformte α -Phase auf. Das Eutektikum, überwiegend bestehend aus Mg_2Si - und Al_6Mn -Phasen, ist sehr fein ausgebildet und führt daher zu einem hochduktilen

Bruchverhalten. Der eutektische Anteil von etwa 30% gewährleistet eine ausgezeichnete Giessbarkeit. Durch den Anteil an Mangan wird das Kleben in der Form vermieden und eine gute Entformbarkeit gewährleistet. Der Magnesiumgehalt in Verbindung mit Mangan gibt dem Gussstück eine hohe Gestaltsfestigkeit, so dass auch beim Entformen mit sehr geringem bis gar keinem Verzug zu rechnen ist.

[0012] Aufgrund der bereits eingeformten α -Phase lässt sich diese Legierung hervorragend für das Thixocasting bzw. Thixoschmieden einsetzen. Die α -Phase formt sich beim Wiederaufschmelzen sofort ein, so dass hervorragende thixotrope Eigenschaften vorliegen. Bei den üblichen Aufheizgeschwindigkeiten wird eine Korngrösse von $<100\mu\text{m}$ erzeugt.

Beispiel

[0013] Eine Legierung mit der Zusammensetzung

Si: 2,2 Gew. %
Mn: 0,86 Gew. %
Mg: 5,4 Gew. %
Ti: 0,14 Gew. %
Fe: 0,1 Gew. %

[0014] Rest auf der Basis Hütten-Aluminium der Qualität Al99.8H, wurde im Druckguss vergossen. Als Form diente eine Platte mit einer Dicke von 4mm. Aus diesen Platten wurden Probestäbe für Zugversuche herausgearbeitet.

[0015] Die nachfolgenden mechanischen Eigenschaften. Mittelwerte aus 21 Einzelmessungen, wurden im Gusszustand ermittelt:

$R_{p0.2}$: 180 N/mm²
 R_m : 314 N/mm²
 A_5 : 17,2%

[0016] Vergleichsweise werden für eine Legierung des Typs AlMg5Si für die mechanischen Eigenschaften im Gusszustand die folgenden Werte angegeben:

$R_{p0.2}$: 110-150 N/mm²
 R_m : 150-240 N/mm²
 A_5 : 3-8%

[0017] Der Vergleich zeigt, dass die erfindungsgemässe Aluminiumlegierung im Gusszustand sowohl bezüglich der Dehngrenze ($R_{p0.2}$) als auch bezüglich der Bruchdehnung (A_5) den heute bekannten Legierungen weit überlegen ist.

[0018] Die Legierung ist wärmebehandelbar, schweisssbar und zeigt ein ausgezeichnetes Giessverhalten. Ein bevorzugter Einsatz der erfindungsgemässen Aluminiumlegierung liegt bei Bauteilen mit hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften, ohne dass hierzu eine Wärmebehandlung erforderlich

ist.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Aluminiumlegierung bestehend aus

5,4 bis 5,8 Gew. % Magnesium
1,8 bis 2,5 Gew. % Silizium
0,5 bis 0,9 Gew. % Mangan
max. 0,2 Gew. % Titan
max. 0,15 Gew. % Eisen

sowie Aluminium als Rest mit weiteren Verunreinigungen einzeln max. 0,02 Gew. %, insgesamt max. 0,2 Gew. %, wobei die Legierung bereits im Rheogefügezustand vorliegt, für das Thixocasting oder Thixoschmieden.

2. Verwendung einer Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 für ohne nachfolgende Wärmebehandlung hergestellte Bauteile mit hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften.

Claims

1. Use of an aluminium alloy consisting of:

5.4 to 5.8 w. % magnesium
1.8 to 2.5 w. % silicon
0.5 to 0.9 w. % manganese
max. 0.2 w. % titanium
max. 0.15 w. % iron

and aluminium as the remainder with further impurities individually max. 0.02 w. %, total max 0.2 w. %, where the alloy is present already in the rheostructure state, for thixocasting or thixoforging.

2. Use of an aluminium alloy according to claim 1 for components produced with high requirements for mechanical properties without subsequent heat treatment.

Revendications

1. Utilisation, pour la thixo-coulée ou le thixo-forgeage d'un alliage d'aluminium, l'alliage étant déjà présent à l'état de rhéo-texture, et étant composé de :

5,4 à 5,8% en poids de magnésium
1,8 à 2,5% en poids de silicium
0,5 à 0,9% en poids de manganèse
0,2% en poids max. de titane
0,15% en poids max. de fer,

et d'aluminium pour le solde, les teneurs en impuretés additionnelles étant de 0,02% en poids max. individuellement, et de 0,2% en poids max. au total.

2. Utilisation d'un alliage d'aluminium selon la revendication 1 pour des composants à hautes exigences quant à leurs propriétés mécaniques, fabriqués sans traitement thermique ultérieur.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 792 380 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
31.07.2002 Patentblatt 2002/31

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(21) Anmeldenummer: **95937067.7**

(22) Anmeldetag: **13.11.1995**

(51) Int Cl.7: **C22C 21/08, C22C 1/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP95/04449

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/15281 (23.05.1996 Gazette 1996/23)

(54) **ALUMINIUM-GUSSLEGIERUNG**

CAST ALUMINIUM ALLOY

ALLIAGE D'ALUMINIUM DE FONDERIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **15.11.1994 CH 341894**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.09.1997 Patentblatt 1997/36

(60) Teilanmeldung:
97119976.5 / 0 853 133

(73) Patentinhaber: **ALUMINIUM RHEINFELDEN GmbH**
79618 Rheinfelden (DE)

(72) Erfinder: **KOCH, Hubert**
79618 Rheinfelden (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Breiter + Wiedmer AG**
Seuzachstrasse 2
Postfach 366
8413 Neftenbach/Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 375 025 DE-A- 3 838 829
DE-B- 1 758 441 GB-A- 1 384 264
JP-A- 1 149 938

- **DATABASE WPI 1989 DATABASE WPI 1989**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 211600 AN 211600 & JP,A,01 149 938 (UBE INDUSTRIES KK) , & JP,A,01 149 938 (UBE INDUSTRIES KK) , 13.Juni 1989 13.Juni 1989

- **DATABASE WPI 1992 DATABASE WPI 1992**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 003621 AN 003621 & JP,A,03 257 134 (SKY ALUMINIUM KK) , & JP,A,03 257 134 (SKY ALUMINIUM KK) , 15.November 1991 15.November 1991
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13 no. 273 (C-609) ,22.Juni 1989 vol. 13 no. 273 (C-609) ,22.Juni 1989 & JP,A,01 068440 (RYOBI LTD) 14.März & JP,A,01 068440 (RYOBI LTD) 14.März 1989, 1989,**
- **DATABASE WPI 1991 DATABASE WPI 1991**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 069176 AN 069176 & JP,A,03 017 241 (RYOBI KK) , 25.Januar & JP,A,03 017 241 (RYOBI KK) , 25.Januar 1991 1991
- **Z. Metallkunde, 1988, H. 6, S. 403-406 Z. Metallkunde, 1988, H. 6, S. 403-406**
- **Z. Metallkunde, 1989, H. 2, S. 118-122 Z. Metallkunde, 1989, H. 2, S. 118-122**
- **Z. Metallkunde, 1989, H. 6, S. 425-427 Z. Metallkunde, 1989, H. 6, S. 425-427**
- **Giesserei 77 (1990) 19, S. 613-617 Giesserei 77 (1990) 19, S. 613-617**
- **Lehrgang Nr. 17939/54.041, Lehrgang Nr. 17939/54.041, "Aluminiumwerkstofftechnik für den "Aluminiumwerkstofftechnik für den Automobilbau, Teil C", Tech. Akademie Automobilbau, Teil C", Tech. Akademie Esslingen, 17-18.2.94, 16 Seiten Esslingen, 17-18.2.94, 16 Seiten**
- **Giesserei 81 (1994) 11, S. 342-349 Giesserei 81 (1994) 11, S. 342-349**
- **Aluminium 70 (1994) 5/6, S. 344-351 Aluminium 70 (1994) 5/6, S. 344-351**
- **Giesserei-Praxis (1994) 11/12, S. 317-326 Giesserei-Praxis (1994) 11/12, S. 317-326**

EP 0 792 380 B2

- Metals Handbook, Vol. 15, 9th Ed. 1988, S. Metals Handbook, Vol. 15, 9th Ed. 1988, S. 327-338 327-338

- Giesserei 77 (1990) 22, S. 693-699 Giesserei 77 (1990) 22, S. 693-699

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Aluminiumlegierung für das Thixocasting oder das Thixoschmieden.

[0002] Die Druckgusstechnik hat sich heute soweit entwickelt, dass es möglich ist, Gussstücke mit hohen Qualitätsansprüchen herzustellen. Die Qualität eines Druckgussstückes hängt aber nicht nur von der Maschineneinstellung und dem gewählten Verfahren ab, sondern in hohem Masse auch von der chemischen Zusammensetzung und der Gefügestruktur der verwendeten Gusslegierung. Diese beiden letztgenannten Parameter beeinflussen bekanntermassen die Giessbarkeit, das Speisungsverhalten (G. Schindelbauer, J. Czikel "Formfüllungsvermögen und Volumendefizit gebräuchlicher Aluminiumdruckgusslegierungen" Giessereiforschung 42, 1990, S. 88/89), die mechanischen Eigenschaften und - im Druckguss ganz besonders wichtig

-- die Lebensdauer der Giesswerkzeuge (LA. Norström, B. Klarenfjord, M. Svenson "General Aspects on Wash-out Mechanism in Aluminium Die-casting Dies", 17. International NADCA Diecasting-congress 1993, Cleveland OH).

[0003] In der Vergangenheit wurde der Entwicklung von speziell für den Druckguss anspruchsvoller Gussstücke geeigneten Legierungen wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die meisten Anstrengungen wurden auf die Weiterentwicklung der Verfahrenstechnik des Druckgussprozesses verwendet. Gerade von Konstrukteuren der Automobilindustrie wird aber immer mehr gefordert, schweisssbare Bauteile mit hoher Duktilität im Druckguss zu realisieren, da bei hohen Stückzahlen der Druckguss die kostengünstigste Produktionsmethode darstellt.

[0004] Damit die geforderten mechanischen Eigenschaften, insbesondere eine hohe Bruchdehnung, erreicht werden können, müssen die Gussteile einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Diese Wärmebehandlung ist zur Eiformung der Gussphasen und damit zur Erzielung eines zähen Bruchverhaltens notwendig. Eine Wärmebehandlung bedeutet in der Regel eine Lösungsglühung bei Temperaturen knapp unterhalb der Solidustemperatur mit nachfolgendem Abschrecken in Wasser oder einem anderen Medium auf Temperaturen <100°C. Der so behandelte Werkstoff weist nun eine geringe Dehngrenze und Zugfestigkeit auf. Um diese Eigenschaften auf den gewünschten Wert zu heben, wird anschliessend eine Warmauslagerung durchgeführt. Diese kann auch prozessbedingt erfolgen, z.B. durch eine thermische Beaufschlagung beim Lackieren oder durch das Entspannungsglühen einer ganzen Bauteilgruppe.

[0005] Da Druckgussstücke endabmessungsnah gegossen werden, haben sie meist eine komplizierte Geometrie mit dünnen Wandstärken. Während des Lö-

sungsglühens und besonders beim Abschreckprozess muss mit Verzug gerechnet werden, der eine Nacharbeit z.B. durch Richten der Gussstücke oder im schlimmsten Fall Ausschuss nach sich ziehen kann. Die Lösungsglühung verursacht zudem zusätzliche Kosten und die Wirtschaftlichkeit dieser Produktionsmethode könnte wesentlich erhöht werden, wenn Legierungen zur Verfügung stehen würden, die die geforderten Eigenschaften ohne eine Wärmebehandlung erfüllen.

[0006] Aus JP-A-1149938 ist eine Druckgusslegierung mit 3 bis 6% Mg, 0,3 bis 2,5% Si, 0 bis 2% Mn, 0,03 bis 0,40% Ti sowie wahlweise noch 0,001 bis 0,01% Be sowie Al als Rest bekannt. Eine beispielhaft angeführte Legierung weist folgende Zusammensetzung bezüglich ihrer Hauptlegierungselemente auf: 5% Mg-2,2% Si-0,4% Mn.

[0007] In DE-B-175B441 ist eine Al-Gusslegierung mit 0,6 bis 1,2% Mn, 4,5 bis 7,5% Mg, 0,8 bis 2,5% Si, 0,1 bis 0,3% Ti sowie 0,2 bis 1,0% Cu offenbart.

[0008] GB-A-1384264 beschreibt eine Al-Gusslegierung mit 3,5 bis 7% Mg, 0,8 bis 2,5% Si sowie 0,6 bis 1,8% Mn. Eine beispielhaft angegebene Legierung weist bezüglich ihrer Hauptlegierungselemente die folgende Zusammensetzung auf: 0,85% Mn, 4,7% Mg sowie 1,7% Si.

[0009] Angesichts dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder die Aufgabe gestellt, eine für das Thixocasting und das Thixoschmieden geeignete Aluminiumlegierung zu entwickeln, die folgende Eigenschaften aufweist

- gute mechanische Eigenschaften im Gusszustand, insbesondere eine hohe Bruchdehnung
- gute Vergiessbarkeit
- keine Klebeneigung, gute Entformbarkeit
- hohe Gestaltsfestigkeit
- gute Schweissbarkeit

[0010] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt die Verwendung einer Aluminiumlegierung bestehend aus

5,4 bis 5,8 Gew.% Magnesium
1,8 bis 2,5 Gew.% Silizium
0,5 bis 0,9 Gew.% Mangan
max. 0,2 Gew.% Titan
max. 0,15 Gew.% Eisen

sowie Aluminium als Rest mit weiteren Verunreinigungen einzeln max. 0,02 Gew.%, insgesamt max. 0,2 Gew.%, wobei die Legierung bereits im Rheogefügestand vorliegt. Der zur Herstellung der Legierung verwendete Reinheitsgrad des Aluminiums entspricht einem Hütten-Aluminium der Qualität Al99.8H.

[0011] Diese Legierung weist im Gusszustand eine gut eingeformte α -Phase auf. Das Eutektikum, überwiegend bestehend aus Mg_2Si - und Al_6Mn -Phasen, ist sehr fein ausgebildet und führt daher zu einem hochduktilen

Lösungsglühen

Warmauslagerung

Bruchverhalten. Der eutektische Anteil von etwa 30% gewährleistet eine ausgezeichnete Giessbarkeit. Durch den Anteil an Mangan wird das Kleben in der Form vermieden und eine gute Entformbarkeit gewährleistet. Der Magnesiumgehalt in Verbindung mit Mangan gibt dem Gussstück eine hohe Gestaltsfestigkeit, so dass auch beim Entformen mit sehr geringem bis gar keinem Verzug zu rechnen ist.

[0012] Aufgrund der bereits eingeformten α -Phase lässt sich diese Legierung hervorragend für das Thixocasting bzw. Thixoschmieden einsetzen. Die α -Phase formt sich beim Wiederaufschmelzen sofort ein, so dass hervorragende thixotrope Eigenschaften vorliegen. Bei den üblichen Aufheizgeschwindigkeiten wird eine Korngrösse von $<100\mu\text{m}$ erzeugt.

Beispiel

[0013] Eine Legierung mit der Zusammensetzung

Si: 2,2 Gew. %
Mn: 0,86 Gew. %
Mg: 5,4 Gew. %
Ti: 0,14 Gew. %
Fe: 0,1 Gew. %

[0014] Rest auf der Basis Hütten-Aluminium der Qualität Al99.8H, wurde im Druckguss vergossen. Als Form diente eine Platte mit einer Dicke von 4mm. Aus diesen Platten wurden Probestäbe für Zugversuche herausgearbeitet.

[0015] Die nachfolgenden mechanischen Eigenschaften. Mittelwerte aus 21 Einzelmessungen, wurden im Gusszustand ermittelt:

$R_{p0.2}$: 180 N/mm²
 R_m : 314 N/mm²
 A_5 : 17,2%

[0016] Vergleichsweise werden für eine Legierung des Typs AlMg5Si für die mechanischen Eigenschaften im Gusszustand die folgenden Werte angegeben:

$R_{p0.2}$: 110-150 N/mm²
 R_m : 150-240 N/mm²
 A_5 : 3-8%

[0017] Der Vergleich zeigt, dass die erfindungsgemässe Aluminiumlegierung im Gusszustand sowohl bezüglich der Dehngrenze ($R_{p0.2}$) als auch bezüglich der Bruchdehnung (A_5) den heute bekannten Legierungen weit überlegen ist.

[0018] Die Legierung ist wärmebehandelbar, schweisssbar und zeigt ein ausgezeichnetes Giessverhalten. Ein bevorzugter Einsatz der erfindungsgemässen Aluminiumlegierung liegt bei Bauteilen mit hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften, ohne dass hierzu eine Wärmebehandlung erforderlich

ist.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Aluminiumlegierung bestehend aus

5,4 bis 5,8 Gew. % Magnesium
1,8 bis 2,5 Gew. % Silizium
0,5 bis 0,9 Gew. % Mangan
max. 0,2 Gew. % Titan
max. 0,15 Gew. % Eisen

sowie Aluminium als Rest mit weiteren Verunreinigungen einzeln max. 0,02 Gew. %, insgesamt max. 0,2 Gew. %, wobei die Legierung bereits im Rheogefügezustand vorliegt, für das Thixocasting oder Thixoschmieden.

2. Verwendung einer Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 für ohne nachfolgende Wärmebehandlung hergestellte Bauteile mit hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften.

Claims

1. Use of an aluminium alloy consisting of:

5.4 to 5.8 w. % magnesium
1.8 to 2.5 w. % silicon
0.5 to 0.9 w. % manganese
max. 0.2 w. % titanium
max. 0.15 w. % iron

and aluminium as the remainder with further impurities individually max. 0.02 w. %, total max 0.2 w. %, where the alloy is present already in the rheostructure state, for thixocasting or thixoforging.

2. Use of an aluminium alloy according to claim 1 for components produced with high requirements for mechanical properties without subsequent heat treatment.

Revendications

1. Utilisation, pour la thixo-coulée ou le thixo-forgeage d'un alliage d'aluminium, l'alliage étant déjà présent à l'état de rhéo-texture, et étant composé de :

5,4 à 5,8% en poids de magnésium
1,8 à 2,5% en poids de silicium
0,5 à 0,9% en poids de manganèse
0,2% en poids max. de titane
0,15% en poids max. de fer,

et d'aluminium pour le solde, les teneurs en impuretés additionnelles étant de 0,02% en poids max. individuellement, et de 0,2% en poids max. au total.

2. Utilisation d'un alliage d'aluminium selon la revendication 1 pour des composants à hautes exigences quant à leurs propriétés mécaniques, fabriqués sans traitement thermique ultérieur.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.